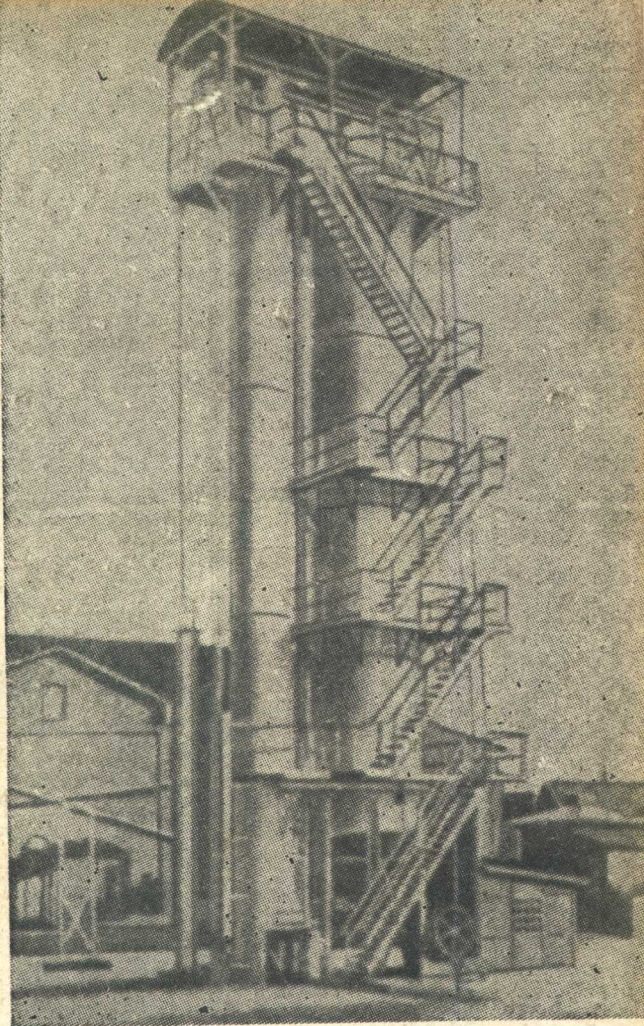


甜菜糖汁的化学处理



[波]阿·波馬兰斯基 著

輕工業出版社

甜菜糖汁的化学处理

〔波〕 阿·波馬兰斯基 著

楊 瑤 琴 譯

輕工业出版社

1960年·北京

內 容 介 紹

甜菜制糖工业中，糖汁澄清处理的好坏，对結晶、分蜜、糖的質量和糖分收回等均有很大的影响，因此是制糖工业生产中的一个关键。本書就甜菜糖汁在澄清工段用各种化学方法——加灰、碳酸飽充、硫燻、过滤等——处理的基本理論，处理方法和所需設備等加以叙述。可供制糖厂生产工人学习生产理論知識时参考。

Mgr inż. ANTONI POMARANSKI

CHEMICZNE

OCZYSZCZANIE OK W

WARSZAWA 1951

本書根据波兰国家技术出版社1951年华沙版譯出

甜菜糖汁的化学处理

[波]阿·波馬蘭斯基 著

楊 瑞 琴 譯

輕工业出版社出版

(北京市廣安門內白廣路)

北京市書刊出版業營業許可証出字第099号

輕工业出版社印刷厂印刷

新华書店科技发行所发行

各地新华書店經銷

787×1092毫米1/32·2⁴/₃₂ 印張·45,000字

1950年2月第1版

1950年2月北京第1次印刷

印數: 1—5,500 定價: (10.0.32分)

統一書号: 15042·978

目 錄

前言.....	4
一、石灰窑和石灰間.....	8
二、預加灰.....	20
三、主加灰.....	25
四、第Ⅰ次碳酸飽充.....	31
五、Ⅰ次碳酸飽充汁的過濾.....	36
六、第Ⅱ次碳酸飽充.....	49
七、Ⅱ次碳酸飽充汁的過濾.....	53
八、糖汁的硫燻.....	55
九、糖汁的活性炭法澄清.....	59
十、回溶糖澄清.....	62
十一、一般注意事項.....	63
十二、用离子交換剂澄清甜菜糖汁的新方法.....	66

前 言

从制糖业存在以来，人們一直在找寻最简单和最经济的甜菜糖汁澄清方法。

起初，甜菜糖汁澄清所采用的，是动物血、白垩、石灰，后来用骨炭过滤，最后采用石灰乳加灰，用二氧化碳饱满，并用各种麻布、棉布过滤，就象今天采用的方法一样。

浸出汁不能立即用于煮糖。汁内所含的各种化合物对糖的结晶有妨碍。制糖工作者把这些化合物叫做非糖分。

在处理甜菜的过程中最重要的任务是浸出汁的澄清，也就是最大限度地非糖分从汁中除出。

为寻求糖汁澄清的最良好的方法，有许多制糖研究工作者曾经进行过多年的工作，如西林教授等许多人。

波蘭的研究工作者在这项工作中也建立了不少功績，如柯瓦爾斯基 (Kowalski) 博士，柯薩柯夫斯基 (Kozakowski) 博士，他們的工作对当时的制糖业起了巨大的推动作用。他們是預加灰法的創造者，另外还有許多人对澄清方法的改善也作出了不小的貢獻。

在无数的 (約700种) 已試驗过的糖汁澄清剂中，最方便的是石灰，因为在自然界中石灰石普遍存在，便宜而且效果良好。

糖厂糖汁的澄清分为加灰、饱满——用烧石灰时所得的二氧化碳排除汁中多余的石灰。碳酸鈣有将非糖分吸至自身表面的特性，即为吸附作用。内含沉淀物的糖汁用压滤机过滤，滤出清汁叫稀汁，滤出的沉淀物叫滤泥，稀汁为进一步处理的原料。

上述浸出汁澄清过程是甜菜的处理中最重要的作业。所以

这一过程必須作詳細的說明，使崗位上的操作人員能够尽可能正确地 and 准确地进行操作，因为澄清对下一工段的工作有决定性作用。

在浸出的过程中，用热水在浸出罐中滲浸甜菜絲以抽出粗汁。热水从甜菜絲中不但浸出糖分，同时还浸出其他的化合物，这些化合物有的是甜菜在生长过程中从土壤中吸入的，有的是由植物和水生成的，有的是由于阳光作用由肥料生成的。

我們把浸出汁中的非糖分分为两种：

(1) 矿物的或无机的非糖分，这些非糖分来自土壤水中的化学肥料或泥土中的可溶解物如鉀盐、鈣的化合物，鎂的化合物等等。

(2) 有机非糖分，是由甜菜本身产生的，如蛋白、草酸等。

浸出汁中的化合物按其化学性质可分为两种——一种有酸味，石蕊試紙上呈紅色，另一种有碱味，石蕊試紙上呈天藍色。第一种为酸性，第二种为碱性。第一种化合物叫酸，第二种化合物叫碱。后面，我們就可以看到，这两种性质的化合物在浸出汁內所起的作用不同。

从甜菜中所得的糖，称为蔗糖，是由两种单糖組成的化合物。这种組合的糖在一定的条件下会分解，这对糖的生产是极不利的。分解时产生一种轉化糖，也称还原糖，具有大量吸收空气中水分的性质，这样在保管过程中就引起糖的返潮和流水。

浸出汁中各种化合物的状态不同。一种在濃縮时生成稜形的明显的晶体，如糖、鉀盐等，这种化合物称为可結晶化合物或晶体物。另一种在濃縮时不結晶，而使溶液变成糊状、胶状或明胶状，这种化合物称为无形状化合物或胶体物。后一种化合物粘在压滤机的滤布上形成粘质泥糖分很难从泥中洗出。所

以必須用一切办法，使浸出罐的工作进行得正确，以避免或尽可能避免这种化合物从菜絲中浸出。同时必須設法将这些物质完全从糖汁中排出，因为这些物质在很大的程度上妨碍煮糖时和助晶时糖的結晶。

前面已經談过，浸出汁的成分除水和糖外，含有有机非糖分和无机非糖分，是深綠色的粘性液体，里面悬浮有极小块的菜肉。切絲机的刀鈍或位置放得不恰当时，汁中的菜肉就特别多。菜肉由小纖維組成这是一种胶素体，在高温下会与石灰一起生成胶状化合物，严重地妨碍过滤。已經用各种糖汁作过一系列的試驗肯定，糖汁内含的菜肉是极有害的。因此，必須設法使菜肉捕捉器的作用完善。菜肉捕捉器每隔一定的時間必須加以清洁，排除出的菜肉一般混入已压榨的废絲中。

要理解从浸出汁中排出非糖分的合理性，必須了解这些非糖分的性质。大多数的非糖分如留在汁中会妨碍糖的結晶，从而使废蜜增多，这从經濟观点上看是不合算的。非糖分又称为废蜜生成素，其中有鈉盐和鉀盐。

汁中各种非糖分对石灰的反应不同，有些和石灰化合成不溶解的物质而沉淀，如草酸、磷酸等，有些和石灰化合生成可溶解的鈣盐，如醋酸和石灰化合生成醋酸鈣。它因本身的粘度而妨碍煮糖。

一部分非糖分，在石灰的作用下分解，而生成对結晶极有害的胶体化合物。

另一部分非糖分在石灰的作用下生成简单体——如色素，对糖的生产害处較小。

还有一些非糖分不受石灰的作用，不能排出汁外，而經過整个生产流程后集合在废蜜中。

要把这多种的非糖分从浸出汁中除去，并不是一件容易的

事。

浸出汁的平均組成如下：

水	(H_2O)	82.0%~85.0%
糖	(Gk)	13.5%~16.5%
非 糖 分	(Nc)	1.5%~2.0%
汁中干物質的总量为		15.0 ~18.5°Bx

汁的成分决定于甜菜生长的气候条件、土壤的耕作情况、甜菜的健康状况和浸出的方法（浸出温度和時間）。汁中的有机酸使糖带酸味，促使糖分解成单糖——轉化糖。

糖汁澄清的流程如图 1 所示：

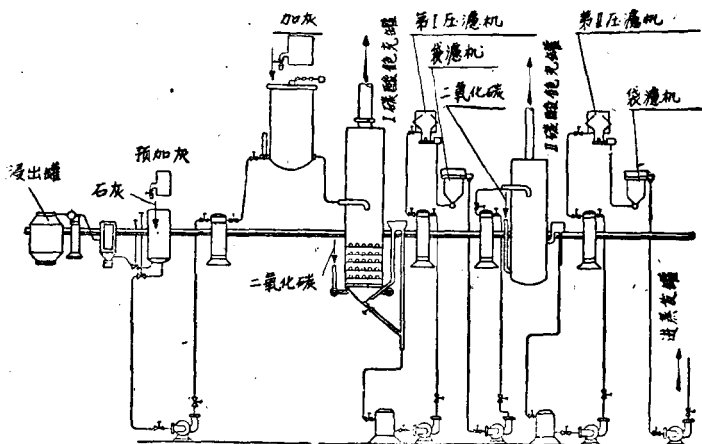


图 1 糖汁澄清流程

1. 在浸出汁計量槽內加少量的浓度20°Bé的消和石灰(約为所处理甜菜重量的0.25%)，以中和汁中的酸性非糖分(預加灰)。

2. 这样加灰后的汁泵入快速加热器之后，进入加灰罐继

續加灰（为所处理甜菜重量的1.5~2.5%），使汁中非糖分与石灰化合成能滤出的物质，或化合成无害于生产的物质（主加灰）。

3. 加灰汁进入飽充罐，通入 CO_2 ，使与多余的石灰化合成能过滤出的碳酸鈣（第Ⅰ碳酸飽充）。Ⅰ碳飽充后，汁內含石灰量为甜菜重量的0.07~0.08%。

4. Ⅰ碳飽充汁泵入快速加热器后进入压滤机过滤。

5. 再进入袋滤机（最常用的是普洛克士 P. oksza式）以滤去剩余的沉淀。

6. 为减少汁中的石灰，和除去尽量多的非糖分，第Ⅰ压滤汁經快速加热器后泵入Ⅱ碳飽充罐，再通入 CO_2 ，使石灰量减少至甜菜重量的0.015%~0.025%。

7. Ⅱ碳飽充汁經快速加热器后，再泵入第Ⅱ压滤机，将已生成的沉淀滤出。

8. 第Ⅱ压滤汁自流入袋滤机，再滤去剩余沉淀。

經上述方法处理后的稀汁要进一步进行处理后制成糖——在蒸发工段蒸发，在煮糖罐結晶。

現在把澄清的各个阶段作一詳細叙述，并对这一过程所必需的设备加以說明。

一、石灰窑和石灰間

糖厂澄清所需的石灰和二氧化碳（碳酸—— CO_2 ）是用石灰石加焦炭在石灰窑內烧成的。

制糖工业用于烧石灰的石灰石品种应为最好的品种，不能含过多能妨碍糖汁澄清的化合物。

好的石灰石成分应为：

碳酸鈣	不少于95~96%
石膏	不多" 0.2"
鈉和鉀的化合物	不多" 0.2"
鉄和鋁的化合物	不多" 1.0"
碳酸鎂	不多" 1.0"
砂	不多" 2.0"
水	不多" 0.5"

上述杂质对糖厂生产极有害的原因如下：

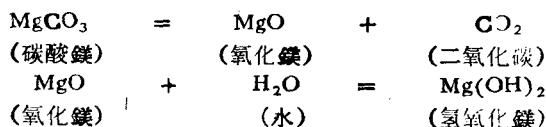
石膏在烧石灰时不起变化，在石灰消和后与石灰乳一起进入加灰罐，影响糖汁的純度。因为在飽充时不能把石膏除去，而当糖汁在蒸发罐濃縮时石膏的溶解度减小，因而积留在蒸发罐的小管上，成为积垢。

鈉和鉀的含量大，是烧成玻璃状物的原因，就是說石灰粘起来，这可能引起偏窑。

氧化鉄和氧化鋁在生产过程中受水的影响后变成胶状的氢氧化物从而严重妨碍糖汁的过滤。

碳酸鎂在燃烧时分解，变成氧化鎂，象碳酸鈣一样与石灰乳一起进入糖汁中。

分解和消和的化学等式如下：

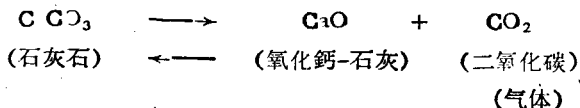


飽充时，一部分氢氧化鎂(沉淀)变为碳酸鎂。这两种鎂的化合物生成沉淀，妨碍糖汁的过滤，特别是蒸发后濃汁的过滤。上述化合物都在相当大的程度上溶于糖汁，而在濃縮时积留在蒸发罐的小管上(主要是前几效蒸发罐)。

砂的含量过大，其有害的原因有几种。化学工作者称砂为氧化硅，它引起石灰过烧，对泵的工作影响不良。氧化硅和石灰及其他碱起作用后生成化合物，在汁中变为可溶性硅酸盐，而在蒸发时积留为极难清除的积垢。用煮稀酸的方法清洗蒸发罐时，这种积垢也不分解。

石灰石的水分过多使窑内的燃料耗量增加，气体中含的水蒸汽对上部窑衬起不良影响。

石灰石在窑内燃烧分解的化学方程式如下：



这是可逆反应，就是说，如将碳酸钙在封闭的空间加热，这时分解成石灰和二氧化碳。如果将分解出的成分冷却，这两种成分就会重新化合成碳酸钙。为使碳酸钙能完全分解，必须不断加热，不断将已生成的二氧化碳抽出。这种条件在糖厂已经做到，因为二氧化碳通过气体泵收集后用于糖汁的饱满。

石灰石在1000°C的温度下开始分解，但这时分解很慢，在这种温度下石灰石要经24小时才能完全分解。根据中央制糖化验室的试验，分解的速度随温度的增长而迅速加大。已经肯定：在900°C的温度下燃烧速度比800°C时约大二倍，1000°C时比900°C时大一倍，1100°C时比1000°C时大一倍，由此可见，燃烧层的温度对窑的效率是多么重要的因素。每提高100°C燃烧层的效率就可提高一倍。

在实际生产中，石灰窑内的最高温度可达1100~1200°C，因为这时的分解速度已经能满足对石灰和二氧化碳的需要。

制糖工业中的石灰窑有两种型式：发生炉式和矿井式。现在最常用的是矿井式。发生炉式窑内燃料——焦炭和木柴是在

专门的炉膛内燃烧的，首先产生氧化碳(CO)，然后氧化碳进入真正的窑内在石块间燃烧。这种窑已被淘汰。

矿井式窑是将石灰石和焦炭一起装入，焦炭的燃烧使石灰石分解，石灰石和焦炭必须过称，而且按规定的比例配好。

矿井式的窑又分两种：

1. 旧式(比利时式)，高度为10~11米(图2)。

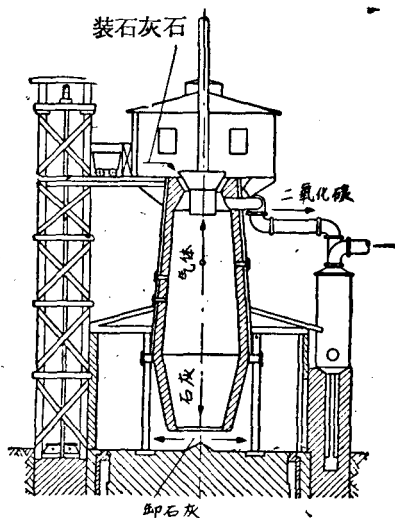


图2 旧式石灰窑

2. 新式，锥形较小(接近圆筒形)，高度为16~20米(图3)。

这种窑温度条件较好，焦炭用量小，用这种形式的窑可以缩短石灰石在窑内的时间。可提高窑的能力，对工业的意义很大。

很明显，装入窑内的石灰石块愈小，就愈容易加热和燃烧。但这里还必须注意，小块的石灰石使空气难于流通，而空气是焦炭燃烧所必需的，因此就采用了鼓风机，以供应必要量的空气，这种方法的效果很好。

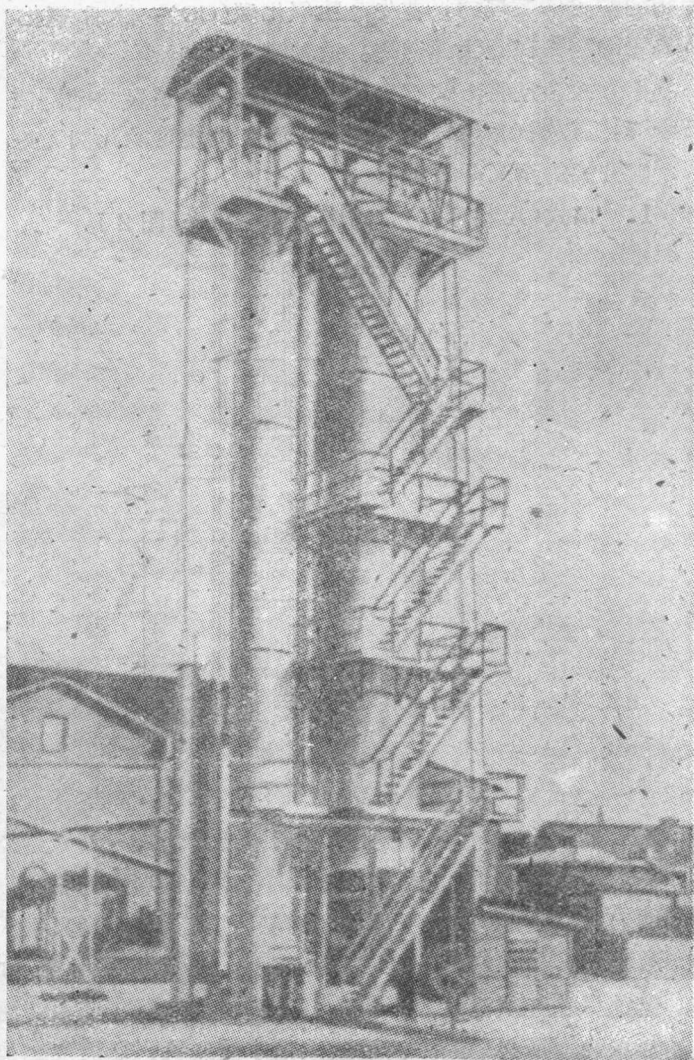


图 3 現代化石灰窑

石灰窑的形状，象两个高度不同的切断的锥体在底部联接了起来。窑用铁板制造，里面有一层耐火砖，因为一般的砖在烧石灰石的温度下会毁坏。在铁板与砖层间有一保温层，为煤灰或煤渣，其作用是避免窑冷却和热的损失。

但是在燃烧层外部，温度仍约达 115°C 。

石灰窑在糖厂开机生产前数天开始工作，具体时间由各厂按当地具体需要而定，一般在前三天就够了。石灰窑的体积与处理的甜菜量相比太小时，往往要准备备用石灰，在这种情况下烧窑要早些。窑的修理最低限度要在点火前一个月结束，因为不经过必要的干燥，在燃烧时窑会破裂，内衬会脱落，且在装石块时往下掉。装窑和点火之间相隔的时间不能过长，因为在石块的压力下焦炭会碎，从而使空气流通困难。装窑过久的石灰窑较难点火。起初，为使窑受热，焦炭必须比平时多加些。每100公斤石灰石约加12~14公斤焦炭，即12~14%。正常时的焦炭耗量为10%。

石灰窑点火前的准备工作：

在窑底装木屑，其次装大块的木柴，再装约15厘米厚的煤层，约25厘米厚的焦炭层，木柴层的厚度应约为1.5米。在这些燃料上面加上一层厚约80厘米混有碎块焦炭的石灰石——四份石，一份炭。以后各层的焦炭含量应愈来愈少，最后一层的焦炭量应为12%。烧窑的起头为点燃木屑。第一天的二氧化碳放空。窑的抽风靠侧旁的小门。约在24小时之后底下的观测孔内可見到火红，这时慢慢地开动气体泵，同时往气体洗涤器放水，使从泵吸出的气体冷却和除尘。气体用数根管从窑顶抽出，这数根管又与一根直径足够气体通过的管相接，因为窑内刚出来的气体体积大，在迅速冷却后就会变小。36~40小时之后开始慢慢地卸石灰。最初卸下的石灰内有很多未烧透的，所

以重新放回去再烧。在正常的条件下，未烧透石灰不应超过2%，在这以后每二小时卸灰一次。

一般，石灰石的消耗量为处理甜菜量的4.0~6.0%，平均5.0%。

窑内可以分为数层，各层的温度不同(图4)。下部是已烧成的石灰，由于进窑的空气而冷却，但是还相当热，这是冷却层。上面是燃烧层，这层的温度在1100~1200°C范围内，再上一层是预热层，这层内石灰石和焦炭借助于热气体干燥

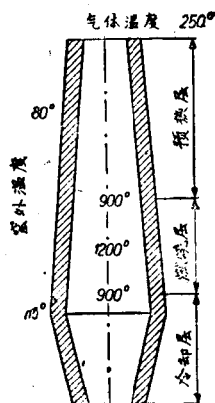


图4 石灰窑内的各层

和预热。有一定的经验时，可以靠火的颜色断定窑内的温度，通过观测孔观察。火的颜色已列在波依列特(Pouillet)表上：褐红色——550°C，深红色——约700°C，樱桃红色——约800°C，深樱桃红色——约900°C，浅樱桃红色——约1000°C，深橙色——约1100°C，浅橙色——约1200°C，稍白色——约1300°C，白色——约1400°C，刺眼白色——约1500°C。

应当防止燃烧层的温度高于1400°C，因为这种温度下石灰过烧，极难消和，使生产困难。当石灰乳除渣不够澈底，里面留有过烧石灰块，而在压滤机上消和时，糖汁的碱度增大，这就会妨碍过滤和损坏滤布。

烧得好的石灰，颜色白，里外颜色一致，质轻，易消和，迅速地变为白色乳液，而消和鼓内只剩下极少量的未消和石灰块。

未烧透的石灰很重，里面的颜色深，难消和，不能消和的部分很多，这时很难使石灰乳的浓度适当。此外，把人工消耗

在清除未消和的石灰上是一种浪费。

过烧石灰对生产的危险性很大，它的颜色深，很硬，消和很慢，会影响石灰乳的质量和浓度。如果过烧石灰量大，落入汁中，会产生胶状沉淀，堵塞滤布的孔，这可能使压滤机的工作完全停止。这个问题将在澄清的其他部分作详细叙述。

入窑石块不均匀，对过烧有很大影响。通常石块的规格相当于两个拳头（10~15厘米），重5~6公斤。这种规格的石块在1000℃的温度下约需要烧15小时。直径约20厘米的石块在这种温度下的燃烧时间达35小时。不要把不同规格的石块混在一起，这点很重要，因为这样会烧出过烧石灰和未烧透石灰。这种错误在糖厂很常见。一样规格的石块可使燃烧均匀。

焦炭块的规格也是很重要的。焦炭块选得不适当时，在石灰石的压力下会粉碎，而将石块间的空隙塞住，使空气进入困难，这时焦炭的燃烧不完全，而致在气体中含多量的一氧化碳（而所需的是二氧化碳）。

装窑的设备有下列几种：

1. 水力吊车 这是靠水流重力而将盛有石块和焦炭的小车吊起的吊车。用这种吊车时上面有一水箱贮水。将小车吊上窑后，下面的水流走，小车落下，以后再吊起。这种方法很不方便，特别是在冬季，流出吊车外面的水冰冻后，有可能引起人身事故。

2. 机械吊车 这种设备具有可移动的小车，比水力吊车要方便得多，安全得多。

3. 斜式吊车。

4. 升运机 型式和糖业中其他工段的升运机一样（如甜菜升运机）。

用老式设备卸灰时，是用人力将石灰从窑底四面卸出，用新

式設備時則用機械方法。

機械卸灰設備有下列幾種：

1. 挖灰式輸送機。
2. 旋轉式錐形卸灰機。
3. 旋轉式卸灰環。
4. 吊車式引力卸灰機。

機械卸灰設備在很大的程度上簡化了這一工段的工作，沒有機械卸灰設備糖廠的石灰窖內充滿石灰塵，對健康有害。在這種條件下，操作人員必須戴保護罩。

完全機械化的糖廠，其石灰間的工作流程（包括石灰的消和）如下（圖 5）：

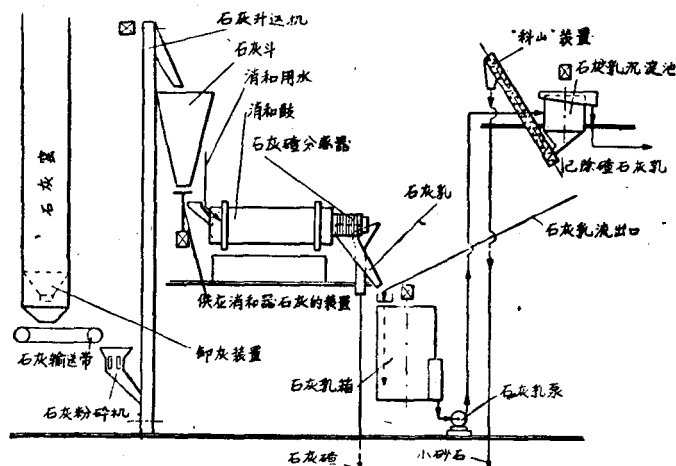


圖 5 現代化石灰間

石灰用上述設備中的一種卸出送上輸送機，由輸送機到石灰粉碎機，然後由升運機送到貯斗，再由振動式設備送入消和鼓。未消和的石灰留在消和鼓前面部分的篩網上，由小抓抓出